บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

แผนการดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ดำเนินการทดลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล ซิมูเลชั่น (Monte Carlo Simulation) เพื่อศึกษาค่ามัธยฐาน ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย การทดสอบความแตกต่างลักษณะการแจกแจง ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ และ ทดสอบความแตกต่างค่ามัธยฐานของค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ระหว่างการวิเคราะห์ที่มีการรวมกับไม่รวมเซลล์ในตารางการณ์จรเมื่อความถี่ที่คาดหวังมีขนาดเล็ก โดยกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร (ρ) เท่ากับ 0.0, 0.1, 0.2, ..., 0.9 กำหนดขนาดตัวอย่างในการทดลองเท่ากับ 200 และขนาดตารางการณ์จรเท่ากับ 2x3 2x4 2x5 3x3 3x4 3x5 4x4 4x5 และ 5x5 ตัวแปรที่ศึกษามีลักษณะการแจกแจงแบบปกติสองตัวแปร กำหนดพารามิเตอร์ μ_1 , μ_2 คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปร x และ y ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 0 σ_1^2 , σ_2^2 คือ ความแปรปรวนของตัวแปร x และ y ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 1 และกำหนดแผนการทดลองที่มีลักษณะแบบแผนที่ใช้ได้กับทุกค่า ρ ดังแสดงในตาราง ดังนี้

ตารางที่ 1 ตารางสรุปแผนการดำเนินการทดลอง เมื่อ ρ = 0.0 *

ขนาดตาราง R x C ไม่รวมเซลล์	Mdn.	MSE	ขนาดตาราง R x C รวมเซลล์	Mdn.	MSE	KS	χ^2
						α=.05	α=.05
เมื่อ $E_{ij} \leq 5$ มี 1 สดมภ์			เมื่อมีการรวม1สดมภ์				
2x3			2x2				
2x4			2x3				
2x5			2x4				
3x3			3x2				
3x4			3x3				
3x5			3x4				
4x4			4x3				
4x5			4x4				
5x5			5x4				
เมื่อ $E_{ij} \leq 5$ มี 2 สดมภ์			เมื่อมีการรวม2สดมภ์				
2x4			2x2				
2x5			2x3				
3x4			3x2				
3x5			3x2				
4x4			4x2				
4x5			4x3				
5x5			5x3				

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ขนาดตาราง R x C ไม่รวมเซลล์	Mdn.	MSE	ขนาดตาราง R x C รวมเซลล์	Mdn.	MSE	KS	χ^2
						α=.05	α=.05
เมื่อ $E_{ij} \leq 5$ มี 3 สดมภ์			เมื่อมีการรวม3สดมภ์				
2x5			2x2				
3x5			3x2				
4x5			4x2				
5x5			5x2				

* ตารางนี้สรุปแผนตัวอย่างสำหรับการทดลอง 10 ชุด เมื่อ ρ = 0.0,0.1,...และ 0.9

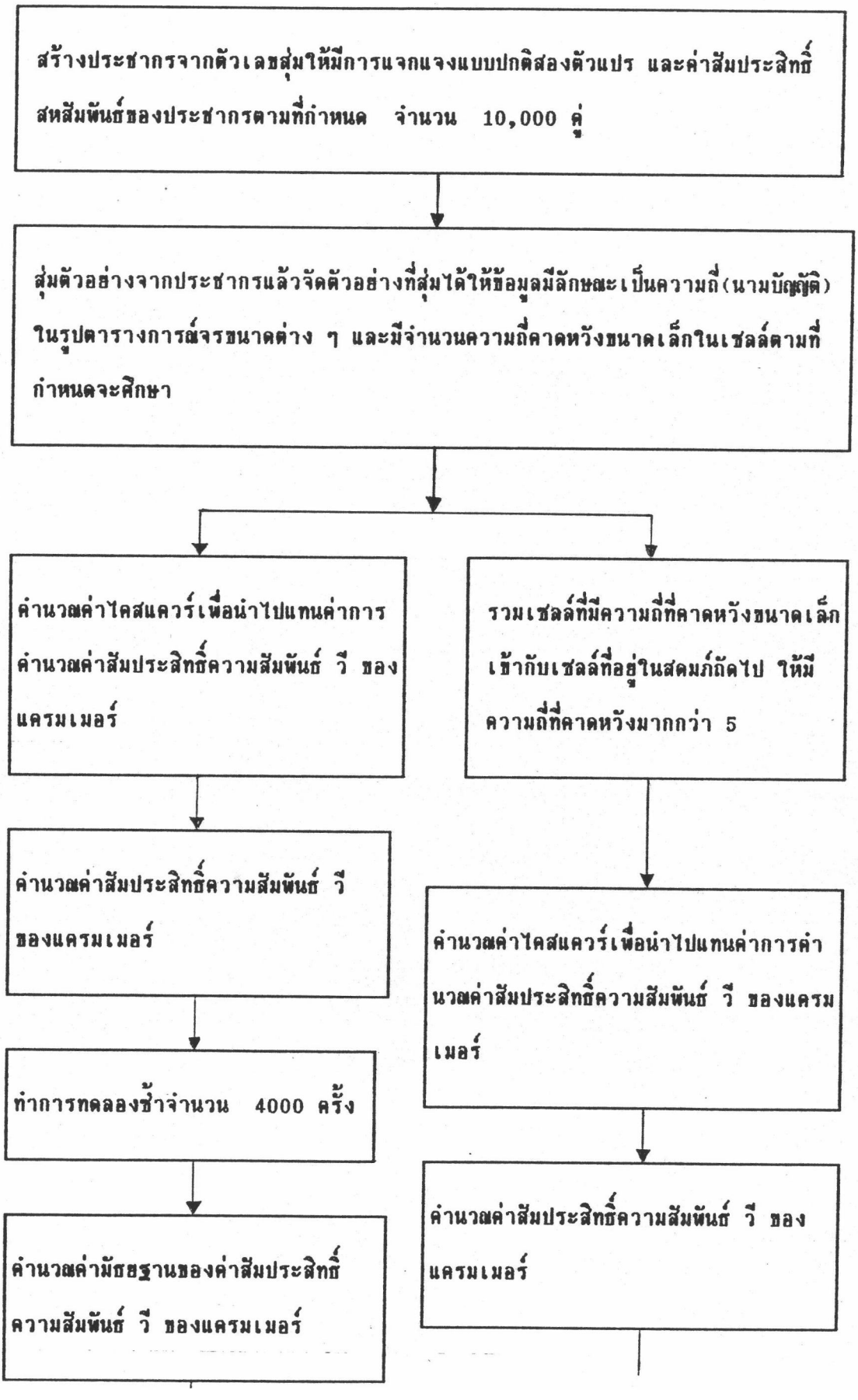
หมายเหตุ Mdn. หมายถึง ค่ามัธยฐาน

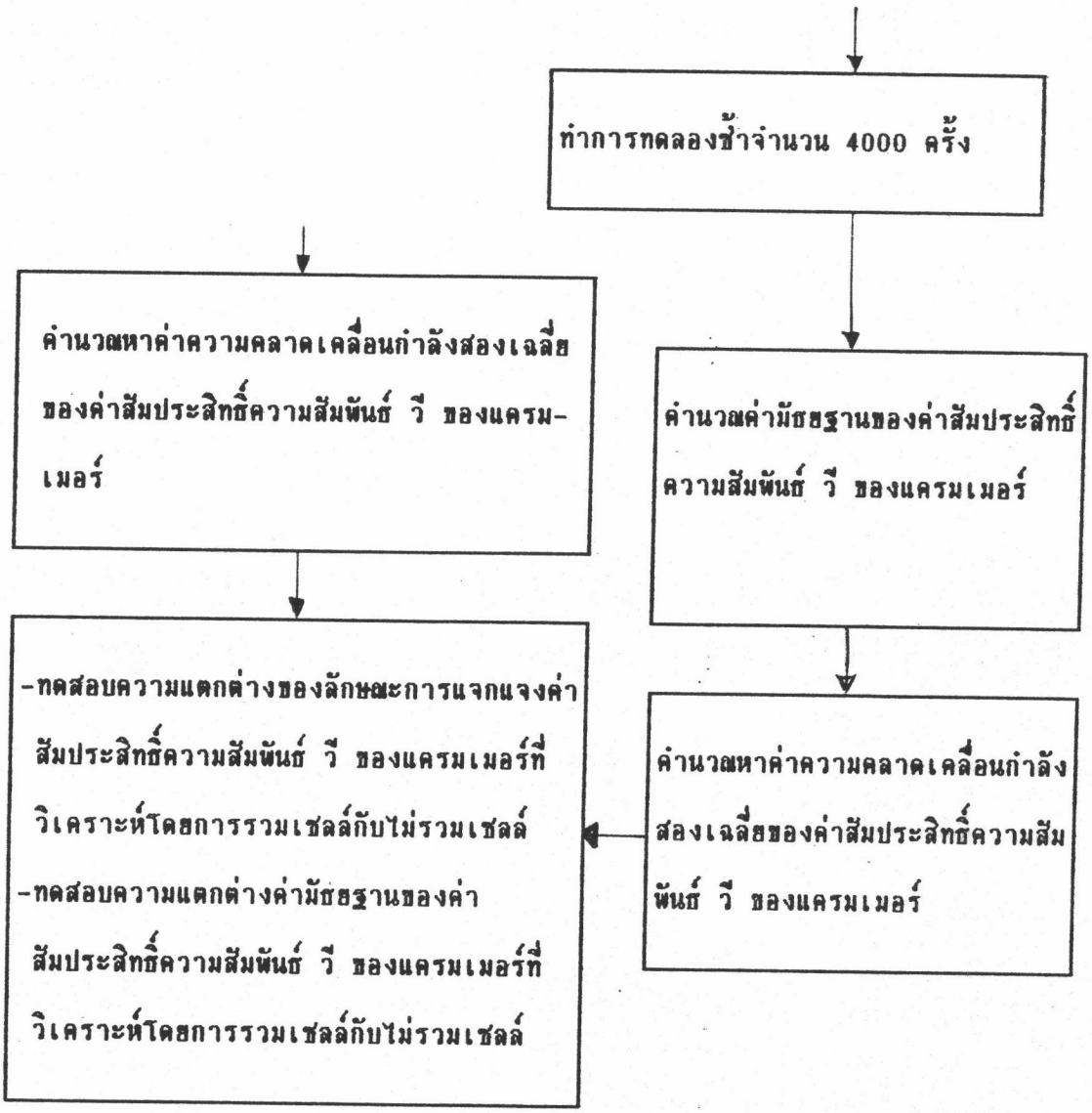
MSE หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

KS หมายถึง สถิติทดสอบ The Kolmogorov-Smirnov Test

χ^2 หมายถึง สถิติทดสอบ The Median Test

การสร้างและการจำลองการทดลองครั้งนี้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการดำเนินการทดลอง โดยดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอนสรุปได้ตามแผนผัง ดังต่อไปนี้





จากแผนผังการดำเนินการทดลองดังกล่าว มีขั้นตอนการทดลองและวิธีการทดลอง ดังนี้

1. สร้างประชากรจากตัวเลขสุ่ม ให้มีการแจกแจงแบบปกติสองตัวแปร และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรที่ใช้ศึกษา คือ ρ = 0.0,0.1,...,0.9 รวมมีประชากรทั้งสิ้น 10 ชุด

เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างลักษณะการแจกแจงของประชากรแบบปกติสองตัวแปร ในขั้นแรกใช้โปรแกรมย่อยฟังชั่นที่มีชื่อว่า RANDOM ซึ่งมีลักษณะการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform distribution)ในการสร้างข้อมูลตามวิธีการของมอนติคาร์โลซิมูเลชั่น จากนั้นจึงแปลงข้อมูล ให้มีลักษณะการแจกแจงเป็นแบบปกติ ด้วยโปรแกรมย่อยสับรูทีนที่มีชื่อ NORMAL ให้มีความสัมพันธ์กันตามค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร (ρ) ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นจากสมการ

$Y_j = \rho X_j + \sqrt{1-\rho^2}\, W_j$; j =1,2,...,n จากสมการนี้ค่า X และ Y

จะมีการแจกแจงแบบปกติสองตัวแปรตามค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร ซึ่งจะเสนอรายละเอียดตามลำดับดังต่อไปนี้

1.1 โปรแกรมย่อยฟังก์ชั่น RANDOM (FUNCTION RANDOM)

ในการสร้างลักษณะการแจกแจงแบบต่างๆ นั้นจะต้องใช้ตัวเลขสุ่ม (random nember) เป็นพื้นฐานในการสร้างสำหรับวิธีการสร้างตัวเลขสุ่มมีอยู่หลายวิธี วิธีหนึ่งที่ Shanon (1975:352-356) ได้เสนอวิธีการสร้างไว้ดังนี้ :-

1. เลือกตัวเลขคี่ บางตัวที่มีค่าน้อยกว่า 9 หลัก เป็นค่าเริ่มต้น
2. คูณตัวเลขที่กำหนดเป็นค่าเริ่มต้น ด้วยค่า a ซึ่งเป็นตัวเลขจำนวนเต็มอย่างน้อย 5 หลัก
3. คูณผลลัพธ์ในขั้นตอนที่ 2 ด้วยเศษที่มีค่า 1/m
4. จากขั้นตอนที่ 3 ก็จะได้ค่าตัวเลขสุ่มซึ่งมีค่าในช่วง (0,1)
5. กำหนดให้ค่าเริ่มต้นใหม่ ให้มีค่าเท่ากับผลคูณในขั้นตอนที่ 2
6. กระทำซ้ำ ๆ กันจากขั้นตอนที่ 2 ถึง 5 จนกระทั่งได้ค่าตัวเลขสุ่มครบตามที่ต้องการ

สำหรับการวิจัยนี้ใช้วิธีสร้างตัวเลขสุ่ม โดยใช้คำสั่ง RANDOM(IX) ซึ่ง IX คือ เลขสุ่มที่มีค่าเริ่มต้นที่เข้าไปในโปรแกรมย่อย

1.2 โปรแกรมย่อย สับรูทีน NORMAL (SUBROTINE NORMAL)

เป็นโปรแกรมย่อยสับรูทีน สำหรับการสร้างลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติโดยใช้วิธีของ BOX และ Muller(1958) ซึ่งเป็นวิธีการสร้างการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ยเป็น μ และ ความแปรปรวนเป็น σ^2 โปรแกรมย่อยสับรูทีนนี้ จะเกิดการทำงานด้วยคำสั่ง CALL NORMAL(Ex,STD,Y_1,Y_2) เมื่อ Ex คือ นิพจน์ภาษาฟอร์แทรนที่แทนค่าเฉลี่ยของประชากร STD คือ นิพจน์ภาษาฟอร์แทรนที่แทนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร ซึ่งจะต้องกำหนดขึ้นก่อนที่จะใช้คำสั่ง CALL NORMAL(Ex,STD,Y_1,Y_2) และจากการใช้คำสั่งมี 1 ครั้ง จะได้ข้อมูลที่มีลักษณะการแจกแจงของประชากรเป็นแบบปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยของประชากรเท่ากับ 0 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรเท่ากับ 1 2 จำนวน คือ Y_1 และ Y_2 ซึ่งข้อมูล 2 จำนวนนี้จะเป็นอิสระจากกัน แต่เมื่อต้องการให้ข้อมูลดังกล่าวมีการแจกแจงแบบปกติสองตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรตามที่ผู้วิจัยเป็นผู้กำหนดขึ้นต้องมี

การแปลงข้อมูลก่อนโดยที่ผู้วิจัยให้ตัวแปร X แทนค่า Y_1 และตัวแปร W แทนค่า Y_2 และใช้สมการ $Y_j = \rho X_j + \sqrt{1-\rho^2}\, W_j$; j =1,2,..,n เป็นสมการแปลงข้อมูลจากตัวแปร X และ W ซึ่งตัวแปรทั้งสองมีการแจกแจงแบบปกติและเป็นอิสระจากกัน ให้เป็นตัวแปรใหม่คือ ตัวแปร X และ Y ซึ่งการแจกแจงของตัวแปรทั้งสองมีลักษณะเป็นการแจกแจงแบบปกติสองตัวแปร และมีความสัมพันธ์กันตามค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรตามที่ผู้วิจัยเป็นผู้กำหนดตัวอย่างของโปรแกรมย่อยสับรูทีน NORMAL อยู่ในภาคผนวก

จากการสร้างรูปแบบการแจกแจงและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร ตามที่กำหนดนั้น ผู้วิจัยได้ตรวจสอบข้อมูลตามลักษณะการแจกแจงของประชากรแบบปกติสองตัวแปร และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรที่ต้องการศึกษา ว่ามีลักษณะสอดคล้องกับการปฏิบัติเพียงไร โดยค่าสถิติของการตรวจสอบลักษณะการแจกแจงจะพิจารณาจากค่าเฉลี่ย (Mean) ความแปรปรวน (Variance) ความเบ้ (Skewness) และ ความโด่ง (Kurtosis) ซึ่งคำนวณหาได้จากโปรแกรมย่อยสับรูทีน VAR, SKEW และ KURTO จากข้อมูลจำนวน 10,000 คู่ ถ้าค่าสถิติของการแจกแจงของประชากรแบบปกติสองตัวแปรเป็นไปตามทฤษฎีแล้ว ตัวแปรทั้งสองจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ค่าความแปรปรวนเท่ากับ 1 ค่าความเบ้เท่ากับ 0 และค่าความโด่งเท่ากับ 3 ที่ทุก ๆ ค่าของ ρ = 0.0,0.1,...,0.9 ผลการตรวจสอบข้อมูลลักษณะดังกล่าว ได้แสดงในตารางที่ 2 สำหรับตัวอย่างโปรแกรมการตรวจสอบข้อมูลดังกล่าวนี้อยู่ในภาคผนวก

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร และค่าสถิติการแจกแจงของประชากรแบบปกติสองตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง จากการสร้างตัวแปร 10,000 คู่

ρ		ตัวแปร	ค่าสถิติการแจกแจงของประชากร			
ที่ศึกษา	ที่ปฏิบัติ		ค่าเฉลี่ย	ความแปรปรวน	ความเบ้	ความโด่ง
0.00	0.0044	x	-0.0017	1.0069	-0.0265	3.0237
		y	0.0056	0.9997	-0.0117	3.0258
0.10	0.1047	x	-0.0017	1.0069	-0.0265	3.0237
		y	0.0054	1.0006	-0.0115	3.0141
0.20	0.2049	x	-0.0017	1.0069	-0.0265	3.0237
		y	0.0051	1.0016	-0.0095	3.0042
0.30	0.3050	x	-0.0017	1.0069	-0.0265	3.0237
		y	0.0048	1.0028	-0.0059	2.9968
0.40	0.4049	x	-0.0017	1.0069	-0.0265	3.0237
		y	0.0044	1.0040	-0.0011	2.9923
0.50	0.5043	x	-0.0017	1.0069	-0.0265	3.0237
		y	0.0040	1.0052	0.0042	2.9916
0.60	0.6037	x	-0.0017	1.0069	-0.0265	3.0237
		y	0.0035	1.0065	0.0093	2.9939
0.70	0.7028	x	-0.0017	1.0069	-0.0265	3.0237
		y	0.0028	1.0076	0.0130	2.9991
0.80	0.8019	x	-0.0017	1.0069	-0.0265	3.0237
		y	0.0020	1.0085	0.0136	3.0065
0.90	0.9010	x	-0.0017	1.0069	-0.0265	3.0237
		y	0.0009	1.0089	0.0078	3.0144

2. สุ่มตัวอย่างตามที่กำหนดจะศึกษา แล้วจัดตัวอย่างที่สุ่มได้ให้ข้อมูลมีลักษณะเป็นความถี่ (นามบัญญัติ) ในรูปตารางการณ์จรขนาดต่าง ๆ และให้มีความถี่คาดหวังขนาดเล็กในเซลล์ตามที่กำหนดรูปแบบศึกษา

การสร้างข้อมูลให้มีลักษณะเป็นความถี่ดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

1.กำหนดผลรวมความถี่ในด้านแถวและสดมภ์ โดยในด้านแถวให้มีผลรวมความถี่ในสัดส่วนที่เท่า ๆ กัน ส่วนในด้านสดมภ์ต้องกำหนดผลรวมความถี่ของสดมภ์ที่จะทำการรวมก่อนโดยให้มีผลรวมความถี่เท่ากับจำนวนเซลล์ในสดมภ์นั้น (ความถี่ในเซลล์ = 1) ความถี่ที่เหลือนำมาเป็นผลรวมความถี่ของสดมภ์ที่ไม่ต้องรวม ให้มีสัดส่วนของผลรวมความถี่ เท่า ๆ กัน

2.นำสัดส่วนความถี่ด้านแถวไปจัดลงพื้นที่ใต้โค้งปกติ เพื่อไปเปิดหาค่า Z ค่า Z ที่ได้นำมากำหนดช่วงของตัวแปร กำหนดให้เป็นตัวแปร x

3.นำสัดส่วนความถี่ด้านสดมภ์ไปจัดลงพื้นที่ใต้โค้งปกติ ดังเช่นข้อ 2 ค่า Z ที่ได้กำหนดให้เป็นตัวแปร y

เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสำหรับสร้างข้อมูลที่มีลักษณะที่เป็นความถี่ในรูปตารางการณ์จร 2x3 2x4 2x5 3x3 3x4 3x5 4x4 4x5 5x5 และกำหนดความถี่ที่คาดหวังขนาดเล็กที่กำหนด 1 ถึง 3 สดมภ์

โปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN นี้จะทำการสุ่มตัวอย่างประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติสองตัวแปรและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามที่กำหนด จำนวน 10,000 คู่โดยใช้โปรแกรมย่อยฟังชั่น RANDOM มาจัดลงในพื้นที่ใต้โค้งของการแจกแจงปกติของทั้งสองตัวแปร แล้วกำหนดให้มีสัดส่วนพื้นที่ใต้โค้งตามขนาดทุกจุดตาราง และจำนวนสดมภ์ที่มีความถี่คาดหวังขนาดเล็กในเซลล์ตามกรณีที่ศึกษาโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีจำนวน 20 โปรแกรม แตกต่างกันตามค่าพื้นที่ใต้โค้งที่นำมากำหนดเป็นค่าของตัวแปร x และ y เพื่อนับความถี่ลงตารางการณ์จร สำหรับตัวอย่างของโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN อยู่ในภาคผนวก

3. จากตารางการณ์จรที่ได้นำมาคำนวณค่าไคสแควร์เพื่อนำไปแทนค่าในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ โดยการคำนวณ 2 ลักษณะ คือ

ก. จากตารางข้อ 2 ที่ได้ จัดดำเนินการคำนวณค่าได้โดยตรง

ข. จากตารางข้อ 2 ที่ได้ ต้องนำเซลล์ที่มีความถี่ที่คาดหวังขนาดเล็กรวมเข้ากับเซลล์ที่อยู่ในสดมภ์ถัดไปเพื่อให้มีความถี่คาดหวังในเซลล์มากกว่า 5 แล้วจึงทำการคำนวณ

I16966958.

การคำนวณหาค่าไคสแควร์ มีสูตรที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{r} \sum_{j=1}^{c} \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \quad ; \nu = (r-1)(c-1)$$

เมื่อ χ^2 หมายถึง ค่าไคสแควร์ (Pearson's χ^2 Statistic)

O_{ij} หมายถึง ค่าความถี่ที่สังเกตได้ (Observed Frequency) ในแถวที่ i สดมภ์ที่ j

E_{ij} หมายถึง ค่าความถี่ที่คาดหวัง (Expected Frequency) ในแถวที่ i สดมภ์ที่ j

โดยที่ค่า E_{ij} สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$E_{ij} = \frac{R_i C_j}{n}$$

เมื่อ R_i หมายถึง ความถี่รวมในแถวที่ i

C_j หมายถึง ความถี่รวมในสดมภ์ที่ j

4. คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์

การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$V = \sqrt{\chi^2/n(m-1)} \quad \text{หรือ} \quad V = \phi/\sqrt{(m-1)}$$

โดยที่ $\phi = \sqrt{\chi^2/n}$

เมื่อ V หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์

χ^2 หมายถึง ค่าไคสแควร์ (Pearson's χ^2 Statistic)

n หมายถึง ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

m หมายถึง ค่าต่ำสุดของจำนวนแถวหรือจำนวนสดมภ์

5. คำนวณค่า (สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ - สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร)^2

6. ทำการทดลองจากข้อ 2 - 5 ซ้ำจำนวน 4,000 ครั้ง

7. คำนวณค่ามัธยฐานของค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์

คำนวณค่ามัธยฐาน (Median) ของค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ระหว่างวิธีการวิเคราะห์โดยการรวมเซลล์กับไม่รวมเซลล์จากผลการทดลอง

โดยเรียงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ของแต่ละวิธีวิเคราะห์จากน้อยไปมาก แล้วหาค่ามัธยฐานได้จากค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ ที่อยู่ตำแหน่งกลาง

8. คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์

คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ของค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ ระหว่างการวิเคราะห์โดยการรวมเซลล์กับไม่รวมเซลล์ ของผลการทดลอง 4000 ครั้ง จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร ยกกำลังสองเฉลี่ย ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{4000} (V_i - \rho)^2}{4000}$$

แล้วนำผลของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ ระหว่างวิธีการวิเคราะห์ 2 วิธี ที่แตกต่างกันมาเปรียบเทียบดูว่าวิธีการวิเคราะห์ใดจะให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำวิธีการวิเคราะห์นั้นจะเป็นวิธีการที่ควรเลือกใช้

9. คำนวณหาค่าสถิติทดสอบ The Kolmogorov-Smirnov Test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะการแจกแจง ของค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ ระหว่างวิธีการวิเคราะห์โดยการรวมเซลล์กับไม่รวมเซลล์จากผลการทดลอง

ทดสอบความแตกต่างของลักษณะการแจกแจง ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ ระหว่างการวิเคราะห์โดยการรวมเซลล์กับไม่รวมเซลล์จากผลการทดลอง ด้วย

สถิติทดสอบ The Kolmogorov-Smirnov Test(Marascuilo, L.A And Mcsweeney, Maryellen,1977:251) จากสูตร

$$KS = \max \left| \hat{P}(X_1 < x) - \hat{P}(X_2 < x) \right|$$

เมื่อ $\hat{P}(X_1 < x)$ = Cumulative probability ของค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ที่วิเคราะห์โดยการไม่รวมเซลล์

$\hat{P}(X_2 < x)$ = Cumulative probability ของค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ที่วิเคราะห์โดยการรวมเซลล์

KS คือ ผลต่างที่มีค่ามากที่สุด

ทดสอบนัยสำคัญของการทดสอบโดยหาค่าวิกฤติของ KS เทียบกับค่า KS ที่คำนวณได้

10. กำหนดค่าวิกฤติ ของสถิติทดสอบ The Kolmogorov-Simirnov Test ค่าวิกฤติของ KS หาได้ดังนี้

ที่ระดับ $\alpha = .05$ ค่าวิกฤติของ $KS = 1.36\sqrt{\frac{n_1+n_2}{n_1 n_2}} = 0.0304$

เมื่อ n_1 คือ จำนวนของค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ที่วิเคราะห์โดยการไม่รวมเซลล์

n_2 คือ จำนวนของค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ที่วิเคราะห์โดยการรวมเซลล์

11. ทดสอบนัยสำคัญและตัดสินการทดสอบว่าปฏิเสธ H_o หรือไม่ปฏิเสธ H_o

12. คำนวณหาค่าสถิติทดสอบ The Median Test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างค่ามัธยฐาน ของค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ ระหว่างวิธีการวิเคราะห์โดยการรวมเซลล์กับไม่รวมเซลล์จากผลการทดลอง

ทดสอบความแตกต่างค่ามัธยฐานของค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ ระหว่างการวิเคราะห์โดยการรวมเซลล์กับไม่รวมเซลล์ จากผลการทดลอง ด้วยสถิติทดสอบ The Median Test (Siegel,Sidney,1956,111) ซึ่งหาได้จากสูตร

$$\chi^2 = \frac{n(|ad-bc| - n/2)^2}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}$$

มีขั้นตอนการคำนวณ ดังนี้

1. หาค่ามัธยฐานรวมของค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ทั้งหมดของวิธีวิเคราะห์สองวิธี

2. นับจำนวนค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ของวิธีการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธีที่มีค่าสูงกว่ามัธยฐานและต่ำกว่ามัธยฐาน บันทึกลงในตาราง 2x2

3. ทดสอบนัยสำคัญของการทดสอบ โดยหาค่าวิกฤติของ χ^2 ที่ df=1 เทียบกับค่า χ^2 ที่คำนวณได้

13. กำหนดค่าวิกฤติของสถิติทดสอบ The Median Test

ที่ระดับ $\alpha = .05$ ค่าวิกฤติของ $\chi^2 = 3.84$

14. ทดสอบนัยสำคัญและตัดสินการทดสอบว่าปฏิเสธ H_o หรือไม่ปฏิเสธ H_o

โปรแกรมคอมพิวเตอร์

การดำเนินงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่อไปนี้ เป็นการอธิบายให้เห็นภาพการทำงานตามขั้นตอนของโปรแกรมในการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ตามแผนการทดลอง เพื่อหาค่ามัธยฐาน ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ทดสอบลักษณะการแจกแจง ทดสอบความแตกต่างของค่ามัธยฐาน ใช้โปรแกรมในการดำเนินการทดลอง 200 โปรแกรม ตัวอย่างของโปรแกรมแสดงไว้ในภาคผนวก โปรแกรม B ซึ่งจะเสนอขั้นตอนการดำเนินงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังนี้

โปรแกรมที่ 1 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลอง เมื่อขนาดของตารางการณ์จรมีขนาด 2x3 และค่าความถี่ที่คาดหวังในเซลล์มีขนาดเล็กจำนวน 1 สดมภ์ โดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรมีค่า 0.0 มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการสร้างลักษณะการแจกแจงของประชากร แบบปกติสองตัวแปร และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรตามที่ผู้วิจัยกำหนด โดยที่การแจกแจงแบบปกติสองตัวแปรของประชากรนั้นมีค่าพารามิเตอร์ $\mu = 0$ และ $\sigma^2 = 1$ ทั้งสองตัวแปร และใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน NORMAL และฟังก์ชั่น RANDOM ในการสร้างลักษณะการแจกแจงของประชา

กรดังกล่าว จำนวน 10,000 คู่ ซึ่งแต่ละคู่จะมีเลขจำนวนเต็มกำกับอยู่ ตั้งแต่คู่ที่ 1 ถึง คู่ที่ 10,000 ค่าของตัวแปร x และ y แต่ละคู่สร้างได้จากสมการ $Y_j = \rho X_j + \sqrt{1-\rho^2}\, W_j$; j =1,2,...,nโดยที่ j = 1, 2, 3,...,n เมื่อ x_j และ w_j เป็นตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบปกติและเป็นอิสระจากกัน ส่วน y_j ที่ได้จากสมการจะมีการแจกแจงแบบปกติและมีความสัมพันธ์กับตัวแปร x_j ตาม ρ ที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการสร้างข้อมูลที่มีลักษณะเป็นความถี่ในรูปตารางการ์จร 2x3 และมีค่าความถี่ที่คาดหวังในเซลล์ขนาดเล็ก จำนวน 1 สดมภ์ โดยใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN โปรแกรมย่อยนี้จะทำงานด้วยคำสั่ง CALL CONTIN (x,y,N,A) เมื่อ x และ y คือตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบปกติสองตัวแปร และมีค่า ρ ตามที่กำหนดจำนวน 10,000 คู่ n คือขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา และ A คือข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นมามีลักษณะเป็นความถี่ในรูปตารางการ์จร 2x3 ตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา โปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN นี้ จะทำงานร่วมกับโปรแกรมย่อยฟังก์ชั่น RANDUM ในการสุ่มตัวอย่างมาจัดลงในพื้นที่ใต้โค้งของการแจกแจงแบบปกติของตัวแปรทั้งสอง ในรูปความถี่ จากการใช้คำสั่งฟังก์ชั่น RANDUM นี้ 1 ครั้ง จะได้ เลขสุ่ม 1 จำนวน

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการคำนวนค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ ของการวิเคราะห์โดยการรวมกับไม่รวมเซลล์ โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะนำข้อมูลที่ได้จาก ขั้นตอนที่ 2 มาคำนวนหาค่าไคสแควร์ก่อน จากนั้นนำค่าไคสแควร์ที่ได้ไปคำนวณ หาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ ของการวิเคราะห์ 2 แบบ ในการคำนวณดังกล่าวจะใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน CRMERV ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดย โปรแกรมย่อย CRMERV จะทำงานด้วยคำสั่ง CALL CRMERV (A, E, MR, MC, N, CHI1,V1(M)) สำหรับคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบไม่รวมเซลล์ และคำสั่ง CALL CRMERV (A, E, MR, MCI, N, CHI1, V11(M)) สำหรับคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบรวมเซลล์ ในการทดลองแต่ละครั้ง เมื่อคอมพิวเตอร์ทำการทดลองเพื่อคำนวนค่าดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว จะสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำการเก็บค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ไว้ และในแต่ละครั้งนี้ จะสั่งให้คอมพิวเตอร์เปรียบเทียบดูว่าระหว่างการวิเคราะห์ 2 แบบ ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ จะให้ผลสูงกว่า ต่ำกว่า หรือเท่ากัน โดยให้นับค่าไว้ ซึ่งเมื่อครบ 4000 ครั้งของการทดลองก็สั่งให้พิมพ์ผลออกมานอกจากนี้ในการทดลองแต่ละครั้ง เมื่อคอมพิวเตอร์คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความ

สัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ได้ในแต่ละค่า จะสั่งให้คอมพิวเตอร์นำไปลบออกจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรแล้วยกกำลังสอง $(r - V)^2$ เก็บค่าไว้จนครบ 4000 ค่า เพื่อนำค่าที่ได้นี้ไปเรียกใช้ในการคำนวณค่าความคาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 เป็นการคำนวณค่ามัธยฐาน ของค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ที่วิเคราะห์ 2 แบบ โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะนำข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนที่ 3 นั่นคือ นำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ ที่ได้เก็บค่าไว้ในแต่ละการทดลองมาคำนวณ โดยใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน SORT ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโปรแกรมย่อยสับรูทีน SORT นี้จะทำการจัดเรียงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ ของแต่ละวิธีการวิเคราะห์จากน้อยไปมาก แล้วหาค่ามัธยฐาน ได้จากสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ที่อยู่ตำแหน่งกลาง สั่งให้คอมพิวเตอร์พิมพ์ผลออกมา

ขั้นตอนที่ 5 เป็นการคำนวนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ที่วิเคราะห์ 2 แบบ โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะนำข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนที่ 3 นั่นคือ นำค่า$(r - V)^2$ ที่เก็บค่าไว้ 4000 ค่า ของแต่ละการวิเคราะห์มาคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย โดยนำค่า $(r - V)^2$ ทั้ง 4000 ค่า มารวมกันแล้วหารด้วย 4000 แล้วสั่งให้คอมพิวเตอร์พิมพ์ผลออกมา

ขั้นตอนที่ 6 เป็นการทดสอบลักษณะการแจกแจง ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ ที่วิเคราะห์ 2 แบบ โดยใช้สถิติทดสอบ (The Kolmogorov-Smirnov Test) โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะนำข้อมูลที่ได้ ในขั้นตอนที่ 3 นั่นคือ นำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ที่วิเคราะห์ทั้ง 2 แบบ จำนวน 8000 ค่า มาจัดเรียงใหม่เป็นลักษณะตารางความถี่จากน้อยไปมาก โดยนำค่าที่เท่ากันมาเพียงค่าเดียวจะใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน SORT1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้น คอมพิวเตอร์จะนำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ที่วิเคราะห์ในแต่ละวิธีมานับความถี่ลงในแต่ละชั้นเมื่อครบทุกชั้นแล้ว จะคำนวณสัดส่วนความถี่ของค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ ในแต่ละวิธีซึ่งทำการคำนวณแต่ละชั้นของตารางโดยนำค่าจำนวนความถี่สะสมในชั้นนั้นหารด้วย 4000 หาผลต่างสัดส่วนความถี่สะสม ระหว่างการวิเคราะห์ 2 วิธี ให้คอมพิวเตอร์เก็บค่าไว้ เมื่อทำการทดลองหาผลต่างสัดส่วนความถี่สะสมครบทุกชั้นแล้ว ให้คอมพิวเตอร์นำค่าผลต่างสัดส่วนความถี่สะสม ที่มีค่ามากที่สุด เป็นค่า The Kolmogorov-Smirnov Test(KS) นำค่า KS ที่ได้ไปทดสอบนัยสำคัญของการทดสอบ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ระดับ α = 0.05 สั่งให้คอมพิวเตอร์พิมพ์ผลออกมา

ขั้นตอนที่ 7 เป็นการทดสอบความแตกต่างค่ามัธยฐานของค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ที่วิเคราะห์ 2 แบบ โดยใช้สถิติทดสอบ The Median Test โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะนำข้อมูลที่ได้ในขั้นตอน 3 นั่นคือ นำค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ที่วิเคราะห์ทั้ง 2 แบบ รวม 8000 ค่า มาจัดเรียงใหม่จากน้อยไปมาก แล้วหาค่ามัธยฐานรวม ได้จากค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ที่อยู่ตำแหน่งกลาง โดยใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน SORT 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเมื่อได้ค่ามัธยฐานรวมแล้ว คอมพิวเตอร์จะนับจำนวนค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ วี ของแครมเมอร์ที่วิเคราะห์ 2 วิธี ว่ามีค่าสูงกว่ามัธยฐาน และต่ำกว่าค่ามัธยฐาน บันทึกลงในตาราง 2x2 มีลักษณะ ดังนี้

	V ที่วิเคราะห์โดยไม่รวมเซลล์	V ที่วิเคราะห์โดยการรวมเซลล์	TOTAL
สูงกว่า Mdn.รวม	A	B	A+B
ต่ำกว่า Mdn.รวม	C	D	C+D
TOTAL	A+C (4000)	B+D (4000)	8000

คำนวณหาค่า The Median Test (X^2) จากสูตรและขั้นตอนการคำนวณ ซึ่งได้เสนอไว้ ในหน้าที่ 37 นำค่า The Median Test ที่ได้ ไปทดสอบนัยสำคัญที่มี ชั้นแห่งความอิสระ (df) = 1 และ α = .05

โปรแกรมที่ 2-10 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองการทดลองและมีขั้นตอนการทำงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันก็เพียงการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร (ρ) ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นค่า 0.1, 0.2,...,0.9 สำหรับแต่ละโปรแกรมตั้งแต่โปรแกรมที่ 2, 3, 4,...,10 ตามลำดับ

โปรแกรมที่ 11-20 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลอง เมื่อขนาดของตารางการ์จร มีขนาด 2x4 และค่าความถี่ที่คาดหวังในเซลล์มีขนาดเล็ก จำนวน 1 สดมภ์ โดย ρ มีค่า 0.0, 0.1, 0.2,...,0.9 ตามลำดับ สำหรับโปรแกรม 10 โปรแกรม ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเหล่านี้จะดำเนินงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันก็เพียงการกำหนดจำนวนแถวและจำนวนสดมภ์ของตาราง ค่าพื้นที่ใต้โค้งที่ผู้วิจัยกำหนดสำหรับการสร้างโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ในขั้นตอนที่ 3 เท่านั้น

โปรแกรมที่ 21-30 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลองเมื่อขนาดของตารางการ์จร มีขนาด 2x5 และค่าความถี่ที่คาดหวังในเซลล์มีขนาดเล็ก จำนวน 1 สดมภ์ โดย ρ มีค่า 0.0, 0.1, 0.2,...,0.9 ตามลำดับสำหรับโปรแกรม 10 โปรแกรม ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเหล่านี้จะดำเนินงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันก็เพียงการกำหนดจำนวนแถวและจำนวนสดมภ์ของตาราง ค่าพื้นที่ใต้โค้งที่ผู้วิจัยกำหนดสำหรับการสร้างโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ในขั้นตอนที่ 3 เท่านั้น

โปรแกรมที่ 31-40 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลองเมื่อขนาดของตารางการ์จร มีขนาด 3x3 และค่าความถี่ที่คาดหวังในเซลล์มีขนาดเล็ก จำนวน 1 สดมภ์ โดย ρ มีค่า 0.0, 0.1, 0.2,...,0.9 ตามลำดับสำหรับโปรแกรม 10 โปรแกรม ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเหล่านี้จะดำเนินงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันก็เพียงการกำหนดจำนวนแถวและจำนวนสดมภ์ของตาราง ค่าพื้นที่ใต้โค้งที่ผู้วิจัยกำหนดสำหรับการสร้างโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ในขั้นตอนที่ 3 เท่านั้น

โปรแกรมที่ 41-50 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลองเมื่อขนาดของตารางการ์จร มีขนาด 3x4 และค่าความถี่ที่คาดหวังในเซลล์มีขนาดเล็ก จำนวน 1 สดมภ์ โดย ρ มีค่า 0.0, 0.1, 0.2,...,0.9 ตามลำดับสำหรับโปรแกรม 10 โปรแกรม ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเหล่านี้จะดำเนินงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันก็เพียงการกำหนดจำนวนแถวและจำนวนสดมภ์ของตาราง ค่าพื้นที่ใต้โค้งที่ผู้วิจัยกำหนดสำหรับการสร้างโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ในขั้นตอนที่ 3 เท่านั้น

โปรแกรมที่ 51-60 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลองเมื่อขนาดของตารางการ์จร มีขนาด 3x5 และค่าความถี่ที่คาดหวังในเซลล์มีขนาดเล็ก จำนวน 1 สดมภ์ โดย ρ มีค่า 0.0, 0.1, 0.2,...,0.9 ตามลำดับสำหรับโปรแกรม 10 โปรแกรม ขั้นตอน

การทำงานของโปรแกรมเหล่านี้จะดำเนินงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันก็เพียงการกำหนดจำนวนแถวและจำนวนสดมภ์ของตาราง ค่าพื้นที่ใต้โค้งที่ผู้วิจัยกำหนดสำหรับการสร้างโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ในขั้นตอนที่ 3 เท่านั้น

โปรแกรมที่ 61-70 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลองเมื่อขนาดของตารางการณ์จร มีขนาด 4x4 และค่าความถี่ที่คาดหวังในเซลล์มีขนาดเล็ก จำนวน 1 สดมภ์ โดย ρ มีค่า 0.0, 0.1, 0.2,...,0.9 ตามลำดับสำหรับโปรแกรม 10 โปรแกรม ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเหล่านี้จะดำเนินงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันก็เพียงการกำหนดจำนวนแถวและจำนวนสดมภ์ของตาราง ค่าพื้นที่ใต้โค้งที่ผู้วิจัยกำหนดสำหรับการสร้างโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ในขั้นตอนที่ 3 เท่านั้น

โปรแกรมที่ 71-80 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลองเมื่อขนาดของตารางการณ์จร มีขนาด 4x5 และค่าความถี่ที่คาดหวังในเซลล์มีขนาดเล็ก จำนวน 1 สดมภ์ โดย ρ มีค่า 0.0, 0.1, 0.2,...,0.9 ตามลำดับสำหรับโปรแกรม 10 โปรแกรม ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเหล่านี้จะดำเนินงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันก็เพียงการกำหนดจำนวนแถวและจำนวนสดมภ์ของตาราง ค่าพื้นที่ใต้โค้งที่ผู้วิจัยกำหนดสำหรับการสร้างโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ในขั้นตอนที่ 3 เท่านั้น

โปรแกรมที่ 81-90 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลองเมื่อขนาดของตารางการณ์จร มีขนาด 5x5 และค่าความถี่ที่คาดหวังในเซลล์มีขนาดเล็ก จำนวน 1 สดมภ์ โดย ρ มีค่า 0.0, 0.1, 0.2,...,0.9 ตามลำดับสำหรับโปรแกรม 10 โปรแกรม ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเหล่านี้จะดำเนินงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันก็เพียงการกำหนดจำนวนแถวและจำนวนสดมภ์ของตาราง ค่าพื้นที่ใต้โค้งที่ผู้วิจัยกำหนดสำหรับการสร้างโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ในขั้นตอนที่ 3 เท่านั้น

โปรแกรมที่ 91-100 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลอง เมื่อขนาดของตารางการณ์จร มีขนาด 2x4 และค่าความถี่ที่คาดหวังในเซลล์มีขนาดเล็ก จำนวน 2 สดมภ์ โดย ρ มีค่า 0.0, 0.1, 0.2,...,0.9 ตามลำดับสำหรับโปรแกรม 10 โปรแกรม ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเหล่านี้จะดำเนินงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันก็เพียงการกำหนดจำนวนแถวและจำนวนสดมภ์ของตาราง ค่าพื้นที่ใต้โค้งที่ผู้วิจัยกำหนดสำหรับการสร้างโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ในขั้นตอนที่ 3 เท่านั้น

โปรแกรมที่ 101-110 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลองเมื่อขนาดของตารางการ์จร มีขนาด 2x5 และค่าความถี่ที่คาดหวังในเซลล์มีขนาดเล็ก จำนวน 2 สดมภ์ โดย ρ มีค่า 0.0, 0.1, 0.2,...,0.9 ตามลำดับสำหรับโปรแกรม 10 โปรแกรม ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเหล่านี้จะดำเนินงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันก็เพียงการกำหนดจำนวนแถวและจำนวนสดมภ์ของตาราง ค่าพื้นที่ใต้โค้งที่ผู้วิจัยกำหนดสำหรับการสร้างโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ในขั้นตอนที่ 3 เท่านั้น

โปรแกรมที่ 111-120 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลองเมื่อขนาดของตารางการ์จร มีขนาด 3x4 และค่าความถี่ที่คาดหวังในเซลล์มีขนาดเล็ก จำนวน 2 สดมภ์ โดย ρ มีค่า 0.0, 0.1, 0.2,...,0.9 ตามลำดับสำหรับโปรแกรม 10 โปรแกรม ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเหล่านี้จะดำเนินงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันก็เพียงการกำหนดจำนวนแถวและจำนวนสดมภ์ของตาราง ค่าพื้นที่ใต้โค้งที่ผู้วิจัยกำหนดสำหรับการสร้างโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ในขั้นตอนที่ 3 เท่านั้น

โปรแกรมที่ 121-130 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลองเมื่อขนาดของตารางการ์จร มีขนาด 3x5 และค่าความถี่ที่คาดหวังในเซลล์มีขนาดเล็ก จำนวน 2 สดมภ์ โดย ρ มีค่า 0.0, 0.1, 0.2,...,0.9 ตามลำดับสำหรับโปรแกรม 10 โปรแกรม ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเหล่านี้จะดำเนินงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันก็เพียงการกำหนดจำนวนแถวและจำนวนสดมภ์ของตาราง ค่าพื้นที่ใต้โค้งที่ผู้วิจัยกำหนดสำหรับการสร้างโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ในขั้นตอนที่ 3 เท่านั้น

โปรแกรมที่ 131-140 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลองเมื่อขนาดของตารางการ์จร มีขนาด 4x4 และค่าความถี่ที่คาดหวังในเซลล์มีขนาดเล็ก จำนวน 2 สดมภ์ โดย ρ มีค่า 0.0, 0.1, 0.2,...,0.9 ตามลำดับสำหรับโปรแกรม 10 โปรแกรม ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเหล่านี้จะดำเนินงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันก็เพียงการกำหนดจำนวนแถวและจำนวนสดมภ์ของตาราง ค่าพื้นที่ใต้โค้งที่ผู้วิจัยกำหนดสำหรับการสร้างโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ในขั้นตอนที่ 3 เท่านั้น

โปรแกรมที่ 141-150 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลองเมื่อขนาดของตารางการ์จร มีขนาด 4x5 และค่าความถี่ที่คาดหวังในเซลล์มีขนาดเล็ก จำนวน 2 สดมภ์ โดย ρ มีค่า 0.0, 0.1, 0.2,...,0.9 ตามลำดับสำหรับโปรแกรม 10 โปรแกรม ขั้น

ตอนการทำงานของโปรแกรมเหล่านี้จะดำเนินงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันก็เพียงการกำหนดจำนวนแถวและจำนวนสดมภ์ของตาราง ค่าพื้นที่ใต้โค้งที่ผู้วิจัยกำหนดสำหรับการสร้างโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ในขั้นตอนที่ 3 เท่านั้น

โปรแกรมที่ 151-160 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลองเมื่อขนาดของตารางการณ์จร มีขนาด 5x5 และค่าความถี่ที่คาดหวังในเซลล์มีขนาดเล็ก จำนวน 2 สดมภ์ โดย r มีค่า 0.0, 0.1, 0.2,...,0.9 ตามลำดับสำหรับโปรแกรม 10 โปรแกรม ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเหล่านี้จะดำเนินงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันก็เพียงการกำหนดจำนวนแถวและจำนวนสดมภ์ของตาราง ค่าพื้นที่ใต้โค้งที่ผู้วิจัยกำหนดสำหรับการสร้างโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ในขั้นตอนที่ 3 เท่านั้น

โปรแกรมที่ 161-170 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลองเมื่อขนาดของตารางการณ์จร มีขนาด 2x5 และค่าความถี่ที่คาดหวังในเซลล์มีขนาดเล็ก จำนวน 3 สดมภ์ โดย r มีค่า 0.0, 0.1, 0.2,...,0.9 ตามลำดับสำหรับโปรแกรม 10 โปรแกรม ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเหล่านี้จะดำเนินงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันก็เพียงการกำหนดจำนวนแถวและจำนวนสดมภ์ของตาราง ค่าพื้นที่ใต้โค้งที่ผู้วิจัยกำหนดสำหรับการสร้างโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ในขั้นตอนที่ 3 เท่านั้น

โปรแกรมที่ 171-180 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลองเมื่อขนาดของตารางการณ์จร มีขนาด 3x5 และค่าความถี่ที่คาดหวังในเซลล์มีขนาดเล็ก จำนวน 3 สดมภ์ โดย r มีค่า 0.0, 0.1, 0.2,...,0.9 ตามลำดับสำหรับโปรแกรม 10 โปรแกรม ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเหล่านี้จะดำเนินงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันก็เพียงการกำหนดจำนวนแถวและจำนวนสดมภ์ของตาราง ค่าพื้นที่ใต้โค้งที่ผู้วิจัยกำหนดสำหรับการสร้างโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ในขั้นตอนที่ 3 เท่านั้น

โปรแกรมที่ 181-190 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลองเมื่อขนาดของตารางการณ์จร มีขนาด 4x5 และค่าความถี่ที่คาดหวังในเซลล์มีขนาดเล็ก จำนวน 3 สดมภ์ โดย r มีค่า 0.0, 0.1, 0.2,...,0.9 ตามลำดับสำหรับโปรแกรม 10 โปรแกรม ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเหล่านี้จะดำเนินงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันก็เพียงการกำหนดจำนวนแถวและจำนวนสดมภ์ของตาราง ค่าพื้นที่ใต้โค้งที่ผู้วิจัยกำหนดสำหรับการสร้างโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ในขั้นตอนที่ 3 เท่านั้น

โปรแกรมที่ 191-200 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทดลองเมื่อขนาดของตารางการ์จร มีขนาด 5x5 และค่าความถี่ที่คาดหวังในเซลล์มีขนาดเล็ก จำนวน 3 สดมภ์ โดย ρ มีค่า 0.0, 0.1, 0.2,...,0.9 ตามลำดับสำหรับโปรแกรม 10 โปรแกรม ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเหล่านี้จะดำเนินงานทำนองเดียวกันกับโปรแกรมที่ 1 แตกต่างกันก็เพียงการกำหนดจำนวนแถวและจำนวนสดมภ์ของตาราง ค่าพื้นที่ใต้โค้งที่ผู้วิจัยกำหนดสำหรับการสร้างโปรแกรมย่อยสับรูทีน CONTIN ในขั้นตอนที่ 3 เท่านั้น